

POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Veli Lääperi

KERTOPUU RAKENTAMISESSA

Opinnäytetyö
Toukokuu 2012



POHJOIS-KARJALAN
AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2012
Rakennustekniikan
koulutusohjelma
Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
p. (013) 260 6800

Tekijä
Veli Lääperi

Nimeke
Kertopuu rakentamisessa

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tavoitteena oli selostaa millainen kertopuu on rakennusmateriaalina ja kertoa sen ominaisuuksista. Aineistosta selviää yleistietoa kertopuusta sekä sen valmistusprosessista ja tämänhetkisten kertopuutuotteiden käytöstä rakennusmateriaalina.


Opinnäytetyössä vertailtiin kertopuuta sen kilpailijoihin ominaisuuksien ja kustannuksien osalta ja luotiin näistä yhteenveto tuloksiin. Opinnäytetyötä varten on aineisto kerätty tuotteen valmistajan internetsivuilta, alan kirjallisuudesta ja lehtijulkaisuista.

Tuloksista selviää kertopuun sijoittuminen vertailussa asioissa kilpailijoihin nähden. Lopuksi pohditaan opinnäytetyön ja vertailun onnistumista sekä kertopuun valintaan vaikuttavia tekijöitä.

Kieli
suomi

Sivuja 38
Liitteet 2
Liitesivumäärä 6

Asiasanat
puurakenteet, ominaisuudet, valmistus, kustannukset

 <p>NORTH KARELIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</p>	<p>THESIS May 2012 Degree Program in Civil Engineering Karjalankatu 3 FIN 80200JOENSUU FINLAND Tel. +358-13-260 6800</p>	
<p>Author(s) Veli Lääperi</p>		
<p>Title</p> <p>Laminated Veneer Lumber in Construction</p>		
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to examine what kind of building material laminated veneer lumber is and to describe its features. The thesis gives general information about laminated veneer lumber as well as its manufacturing process and the current use of laminated veneer lumber products as building materials.</p> <p>In this thesis, veneer lumber was compared to its competitors on features and costs of constructing and a summary of these was created as a result. The material of this thesis was collected from the product manufacturer's website, the trade literature and publications.</p> <p>The results showed how laminated veneer lumber compares to its rivals in the chosen aspects. Lastly the thesis and the comparisons as well as factors influencing the choice of laminated veneer lumber are discussed.</p>		
<p>Language Finnish</p>	<p>Pages 38 Appendices 2 Pages of Appendices 6</p>	
<p>Keywords</p> <p>wooden structures, properties, manufacturing, costs</p>		

Sisällys

Tiivistelmä

Abstract

1. Johdanto.....	5
1.1. Tausta	5
1.2. Tarkoitus	5
2. Yleistietoa kertopuusta	6
3. Kertopuun valmistus.....	7
3.1. Tukista viiluiksi.....	7
3.2. Viiluista sahalle	8
3.3. Sahalta tuotteeksi	9
4. Kertopuutuotteet	9
4.1. Kerto-S	10
4.2. Kerto-Q	12
4.3. Kyllästetty Kerto-Q.....	14
4.4. Kerto-QP	15
4.5. Kerto-T	17
4.6. Kerto Kate	18
4.7. Kerto Telinelankku.....	19
5. Kertopuun käyttö rakentamisessa.....	19
5.1. Puukerrostalot	20
5.1.1. Kertopuun käyttö puukerrostalossa [13.]	20
5.1.2. Kertopuun edut kerrostalorakentamisessa.....	22
5.2. Pienrakennukset	22
5.2.1. Kertopuun käyttö pienasuinrakennuksissa.....	22
5.2.2. Varastot yms. rakennukset	23
5.3. Suurehkot rakennukset.....	24
5.4. Kertopuun tulevaisuuden näkymät.....	25
6. Kertopuun vertailu kilpaileviin tuotteisiin	26
6.1. Mekaaniset ominaisuudet kilpailijoihin verrattuna.....	26
6.2. Jännevälit.....	28
6.3. Materiaalin hinta	30
7. Tulokset	32
7.1. Lujuusominaisuuksien vertailun tulokset.....	32
7.2. Jänneväli vertailun tulokset.....	33
7.3. Materiaalien hintavertailun tulokset.....	34
8. Pohdinta.....	35
Lähteet	36

Liitteet

- Liite 1 P2-Luokan puurunkoinen 3-8-kerroksinen asuin- tai työpaikkarakennus.
Palomääräykset 2011
- Liite 2 Lujuusarvot syynsuuntaan nähden

1. Johdanto

Opinnäytetyössä perehdyin kertopuun käyttöön rakentamisessa. Lähtökohtana miksi valitsin opinnäytetyön aiheeksi kertopuun on mielenkiinto kertopuun mahdollisuuksiin rakennusmateriaalina. Olen tutustunut kertopuun valmistukseen ollessani kesätyössä 2008 ja 2010 silloisen Metsäliitto Osuuskunnan omistaman tytäryhtiön Finnforestin Punkaharjun Kertotehtaalla.

1.1. Tausta

Suomessa Kertopuun valmistuksen aloitti Metsäliitto Osuuskuntaan kuulunut tytäryhtiö Finnforest 1970-luvulla. Vuoden 2012 alusta Metsäliitto muuttui Metsä Group-yritykseksi ja sen tytäryhtiön Finnforestin nimeksi tuli Metsä Wood.

1.2. Tarkoitus

Tarkoitukseni oli kertoa kertopuusta yleisesti ja sen valmistusprosessista pääpiirteittäin. Esittelen tämän hetkiset kertopuutuotteet ja niiden ominaisuuksia. Kerron kertopuun käyttämisestä rakentamisessa materiaalina ja sen tulevaisuuden näkymistä tuotteena. Lopuksi perehdytään kertopuun hyötyihin ja vertaillaan kertopuuta kilpailijoihinsa.

2. Yleistietoa kertopuusta

Kertopuu on Suomessa käytetty nimitys kuusipuun 3 millimetriä paksuista viiluista liimaamalla valmistetusta viilupuutuotteesta. Kertotuotteet ovat määrämittaan valmistettuja palkkeja ja laattoja. Kertopuun virallinen nimi on viilupuu. Kansainvälisesti se tunnetaan nimellä Laminated veneer lumber (LVL).

Kertopuu on tavaramerkki samalla tavalla kuin esimerkiksi Gyproc, jota käytetään yleisesti, kun tarkoitetaan kipsilevyä. Ainoa yritys, mikä valmistaa kertopuuta Suomessa, on Metsä Groupiin kuuluva Metsä Wood, jonka tuote on kertopuu. Metsä Woodilla on kertotehtaat Suomessa Punkaharjulla ja Lohjalla. Suomessa valmistettavaa kertopuuta tehdään ainoastaan kuusipuusta.

Kertopuun valmistus sekoitetaan yleisesti vaneriin. Suurin ero vaneriin on viilukerroksien rakenne. Vanerissa jokainen kerros on ristikkäin. Kertopuun pääperiaate on taas viilujen yhdensuuntaisuus. Kertotuotteissa käytetään ainoastaan Q-tuotteissa ristiviiluja ja siinäkin viiden kerroksen välein. Käytettäessä ristiviiluja kertotuotteissa annetaan tuotteelle jäykkyyttä.

Maailmalla merkittäviä LVL:n valmistajia ovat Weyerhaeuser NR Company, West Fraser Timber Ca. Ltd , LP Building Products, NZ Wood ja Red Built.

Metsä Woodin Kerto-tuotteet ovat CE-merkittyjä ja niillä on VTT:n sertifikaatit 184/03 ja VTT - C - 1781 – 21 – 07 [1]:

Kerto-tuotteilla on ympäristöministeriön tyyppihyväksynät [1].

Kerto -S 111/6221/2000

Kerto -Q 112/6221/2000

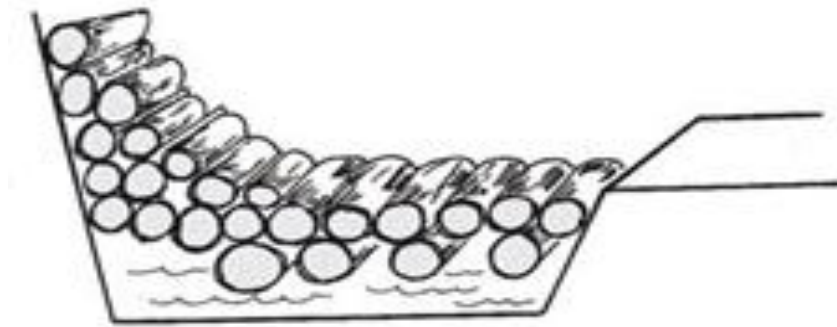
Kerto -T 113/6221/2000

3. Kertopuun valmistus

Seuraavassa selvitetään kertopuun valmistusprosessin perusperiaate ja sen eteneminen vaiheittain tukista valmiiksi tuotteeksi asiakkaalle.

3.1. Tukista viiluiksi

Tehtaalle tuodaan puutavaran kuljetusautoilla kuusitukkeja. Kuljetusautoista ne puretaan ja siirretään kuorimolle. Kuorimolta lyhennetyt ja kuoritut kuusitukit siirtyvät hautomoon (kuva 1), jossa tukkien pinnasta irtoaa veden vaikutuksesta loppukuori ja epäpuhtaudet.



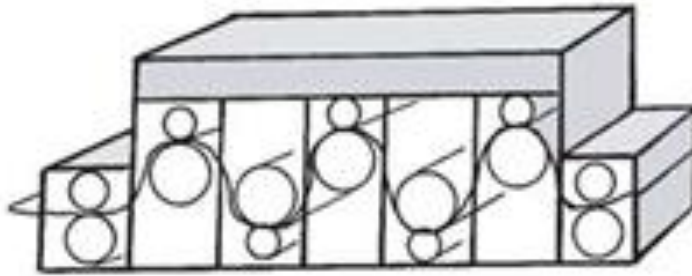
Kuva 1. Hautomo [24].

Hautomosta tukit siirretään sorvaukseen. Sorvauksessa tukista irrotetaan noin 3 millimetriä paksua viilua sorvaamalla (kuva 2).



Kuva 2. Sorvauksen periaate [23].

Sorvattu viilu siirtyy kuivausvaiheeseen (kuva 3), jossa siitä kuivataan liika kosteus pois kuivauskoneissa. Kuivauskoneelta tulevat viilut lajitellaan laadun mukaan omiin kassoihinsa jäähtymään ja odottamaan ladontaa.

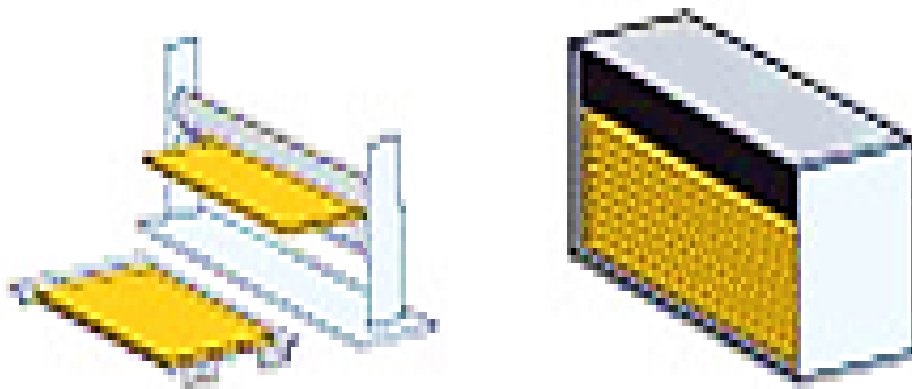


Kuva 3. Kuivausvaihe [24].

3.2. Viiluista sahalle

Viilut ladotaan lajinsa ja halutun tuotteen rakenteen mukaan samansuuntaisiksi tai ristikkäin. Ladonnassa viilujen väliin levitetään säänkestävä liima kiinnittymistä varten.

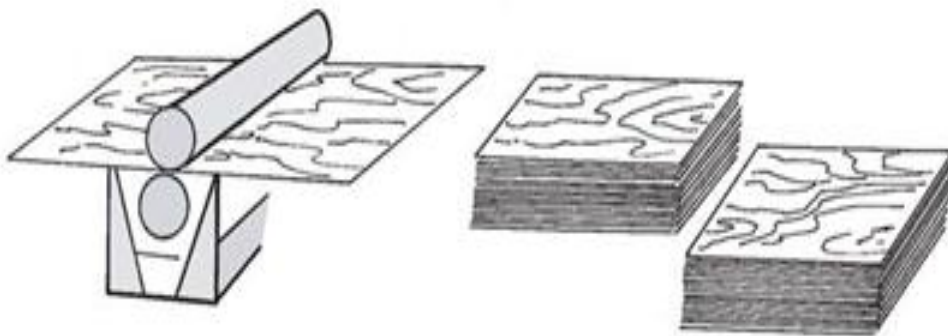
Ladottu viilulaatta siirtyy kuumapuristimelle (kuva 4), jossa viilut liimaantuvat toisiinsa kovan puristuksen ja kuumuuden ansiosta. Oltuaan tarvittavan ajan kuumapuristimessa laatta vapautetaan puristimesta ja annetaan jäähtyä ennen sahaamista.



Kuva 4. Ladonta ja kuumapuristus [25].

3.3. Sahalta tuotteeksi

Jäähtynyt laatta siirretään kuljettimilla sahalle, jossa se sahataan pituus- ja poikkisuunnassa asiakkaan haluamiin mittoihin tuotteiksi (kuva 5). Kertopuutuotteet paketoidaan ja varastoidaan kuljetusta varten asiakkaille. Tuotteiden toimitus asiakkaille tapahtuu junavaunuissa tai kuorma-autoilla.



Kuva 5. Sahaus [24].

4. Kertopuutuotteet

Kertopuutuotteet lajitellaan käyttötarkoituksensa mukaan palkeiksi, pilareiksi ja laatoiksi ominaisuuksiensa mukaan. Kukin Kertotuotteet poikkeavat toisistansa tuotteen valmistuksellisten ja rakenteellisten erilaisuuksiensa takia. Toiset on suunniteltu käytettäväksi laattarakenteissa ja toisille kosteudensietokyky on tärkein. Kosteudensietokyky on tärkeä kun suunnitellaan rakenteita kosteisiin tiloihin.

4.1. Kerto-S

Kerto-S (kuva 6) on suunniteltu kantaviin rakenteisiin palkkiratkaisuksi. Kerto-S sopii erinomaisesti rakenneratkaisuihin, joissa jännevälit on suuria ja haasteellisia toteuttaa.



Kuva 6. Kerto-S, Leimausmerkinnät.

Kerto-S -rakenteessa viilut ovat yhdensuuntaisia (kuva 7). Näin saadaan lujuutta ja jäykkyyttä pituussuuntaan.



Kuva 7. Kerto S, yhdensuuntaiset viilut.

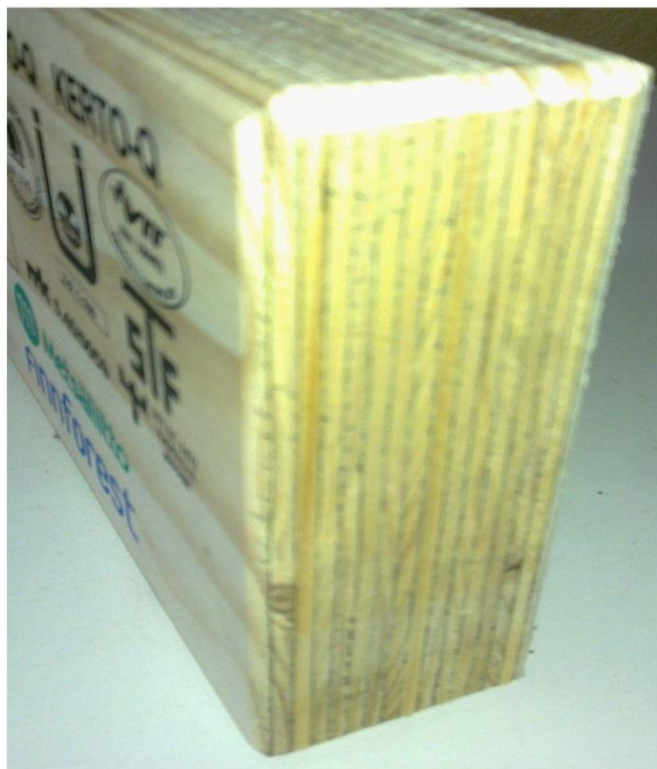
4.2. Kerto-Q

Kerto-Q (kuva 8) on suunniteltu levymäiseksi tuotteeksi. Sitä käytetään etupäässä välipohjarakenteissa.



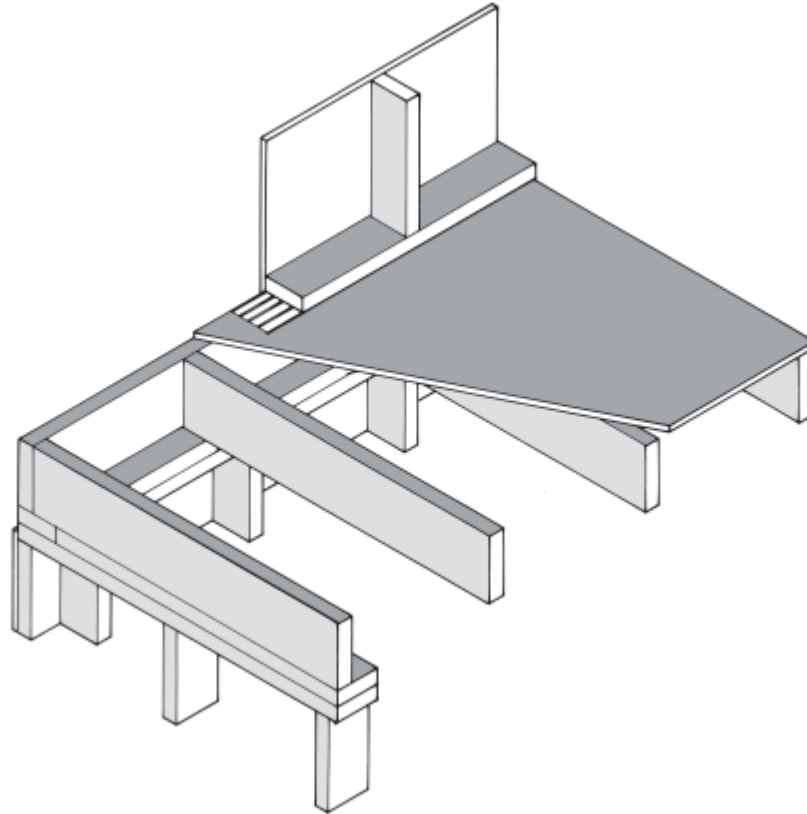
Kuva 8. Kerto-Q.

Kerto-Q:n ristikkäinen viilurakenne (kuva 9) antaa sille jäykkyyden ja lujuuden.



Kuva 9. Kerto- Q, ristikkäiset viilut.

Ominaisuuksiltaan Kerto-Q on mittatarkka levymäinen rakenne, joka toimii myös kantavana ja jäykistävänä rakenteena. Siihen on helppo tehdä läpiviennit ja asennukset. Kerto-Q on hyvä ratkaisu kun tarvitaan rakennukseen välipohja (kuva 10).



Kuva 10. Välipohjaratkaisu [26, s. 22.]

Kerto-Q on käytössä yleisesti materiaalina rakenteissa, joilta vaaditaan jäykkyyttä kuten katto-, lattia- ja seinäratkaisuissa, palkkina silloin, kun tarvitaan hyvää poikittaista vetolujuutta.

Kerto-Q toimitetaan samoilla leveyksillä kuin Kerto-S ja lisäksi 900, 1200, 1800 ja 2500 millimetrin levyisinä. Paksuus vaihtelee 6 mm:n välein 27..69 mm [3]. Kerto-Q -tuotteiden valmistustaulukko löytyy mittataulukosta 2.

Taulukko 2. Kerto-Q, Poikkileikkausmitat [3].

Paksuus (mm)	Leveys (mm)			
	900	1200	1800	2500
27	•	•	•	•
33	•	•	•	•
39	•	•	•	•
45	•	•	•	•
51	•	•	•	•
57	•	•	•	•
63	•	•	•	•
69	•	•	•	•
75	•	•	•	•
78	•	•	•	•

4.3. Kyllästetty Kerto-Q

Kyllästetty Kerto-Q (taulukko 3) on sama tuote kuin Kerto-Q poikkeuksena, että se on kyllästetty. Sitä voidaan käyttää kohteissa, joissa tarvitaan lujuutta, jäykkyyttä ja sään kestävyyttä [4].

Kyllästetty Kerto-Q on ominaisuuksiltaan ristikkäisrakenteinen tuote. Se on kyllästetty arseeni- ja kromivapaalla aineella AB-painekyllästysluokkaa vastaavaksi.

Kyllästetyn Kerto-Q:n käyttökohteista esimerkki on kuvassa 11. Kyllästetylle Kerto-Q:lle soveltuvia käyttö kohteita, ovat laiturit, sillat, piharakenteet ja parvekkeet.



Kuva 11. Kyllästetty Kerto-Q [18].

Taulukko 2. Kyllästetty Kerto Q, Poikkileikkausmitat [4].

Paksuus (mm)	Korkeus (mm)				
	200	260	300	360	450
51	•	•	•	•	
63				•	•

4.4. Kerto-QP

Kerto-QP (kuva 12) on suunniteltu käytettäväksi kattopalkkina (kuva 13). Sen jäykkyyssominaisuuksien vuoksi tukilinjojen välejä voidaan suurentaa [6]. Kerto-Q-tuotteiden jäykkyyssominaisuudet on esitetty taulukossa 4 sivulla 26.



Kuva 12. Kerto-QP [19].



Kuva 13. Kerto-QP kattorakenteet [27].

Kerto-QP on rakenteeltaan hoikempi, korkeampi ja jäykempi kuin perinteinen Kerto-S palkki. Tuotteessa on muutama viilukerros poikittain, joka antaa sille jäykkyyden.

Kerto-QP on tarkoitettu käytettäväksi kattorakenteina rakennuksissa, jotka ovat matala-energia ja passiivitaloja.

4.5. Kerto-T

Kerto-T on suunniteltu rakennuksien kantaviin rakenteisiin tolpparatkaisuksi ja kevyisiin seinärakenteisiin rangaksi. Kerto-T on samanlainen rakenteeltaan kuin Kerto-S. Siinä viilut ovat yhdensuuntaisia (kuva 14). Tämä mahdollistaa sen käyttämisen sauva-
ratkaisuna eli tolppana.



Kuva 14. Kerto-T [16].

Kerto-T sopii erinomaisesti rakenneratkaisuihin, joissa kuormitus tulee suoraa tolppaan syyn suuntaisesti. Kerto-T mahdollistaa korkeat seinäratkaisut. Kerto-T on mittatarkka ja vääntyilemätön tuote. Se mahdollistaa helpon kiinnityksen esimerkiksi seinälevylle. Sen muokkaaminen on helppoa.

Kerto-T:tä käytetään seinärakenteissa runko- ja väliseinätolppana. Kerto-T toimitetaan määrämittaisena. Kerto-T:tä käytetään myös betoniteollisuudessa muottien tuennassa sen mittatarkkuutensa takia.

Valmistuksessa Kerto-T tuotteen poikkileikkausmitat ovat:

Paksuus	39 – 45	millimetriä
Leveys	< 200	millimetriä
Vakiopituudet	2550, 2700, 3000, 3600, (4000) ja 6000 millimetriä	

4.6. Kerto Kate

Kerto Kate kuvassa 15 on levytuote, joka on suunniteltu käytettäväksi kattojen vedeneristeen alusrakenteena. Kerto Kate on rakenteensa takia samanlainen vanerin kanssa vaikka tuote onkin kertotuote. Katelevy on kauttaaltaan suojakäsitelty ja pontattu pitkiltä sivuilta. [5].



Kuva 15. Kerto Kate [18].

Kerto Kate on kevytrakenteinen ja helppo asentaa. Kerto Kate on ristikkäisviilurakenteinen levytuote.

Käytetään kattojen vedeneristeen alusrakenteena, lattioiden ja seinien kantavana levyrakenteena.

Levyn mitat ovat vakiot. Paksuudet ovat 15 ja 18 millimetriä. Levyn koko 2400/2700/3600 millimetriä x 1200 millimetriä.

4.7. Kerto Telinelankku

Kerto Telinelankku (kuva 16) on tarkoitettu puisten rakennustelineiden kävely-, työskentelytasoiksi. Telinelankku on tukeva ja jäykkä alusta työskennellä.



Kuva 16. Kerto Telinelankku [20].

Telinelankussa viilut ovat yhdensuuntaisia. Telinelankut testataan taivutuskokeella ennen asiakkaalle toimitusta. Telinelankun särmät pyöristetään ja päädyt käsitellään vielä vedeneristemaalilla.

Suurimmat käyttäjämaat ovat USA, Australia ja Saudi-Arabia. Näissä maissa rakennustelineitä tehdään vielä yleisesti puusta ja työskentelytasoiksi tarvitaan telinelankkua.

5. Kertopuun käyttö rakentamisessa

Kertopuun käyttö rakentamisessa on lisääntynyt viime vuosina meillä Suomessakin samalla kun puurakentaminen on lähtenyt nousuun.

Tähän vaikuttavia tekijöitä on puurakentamisen kiinnostuksen nouseminen ja suurimpana tekijänä rakennusten paloturvallisuusmääräysten RakMK:n E1:n muuttuminen (Liite 1) vuonna 2011.

Uudistuneiden määräysten mukaan puuta voidaan käyttää runkomateriaalina kaikissa paloluokissa enintään 2-kerroksisissa rakennuksissa ja P2-paloluokassa myös 3 - 8-kerroksisissa asuin- ja työpaikkarakennuksissa.

Puurunkoiset 3 - 8-kerroksiset kerrostalot tulee varustaa automaattisella sammutuslaitteistolla. Automaattista sammutuslaitteistoa ei vaadita P2-paloluokan 3 - 4 -kerroksisiin asuintaloihin, joissa kaikki kerrokset kuuluvat samaan asuinhuoneistoon.

Puuta on käytetty pääsääntöisesti pientalojen ja erilaisten hallien rakentamisessa, mutta nyt ovat tulossa uusien paloturvallisuusmääräysten myötä puiset kerrostalot.

5.1. Puukerrostalot

Puukerrostaloista on povattu tulevaisuuden hittituotetta. Puukerrostalot on siitä syystä eritelty omaksi osaksi. Edellinen nousukausi puukerrostaloilla oli 1990-luvun loppu, mutta silloin niiden suosio tyrehtyi paloturvallisuus määräyksiin ja niiden valmistusmäärä jäi kovin vähäiseksi niiden ollessa pienkerrostaloja.

Tällä hetkellä usealla valmistajalla on jo koeprojektit loppusuoralla ja puisia kerrostaloja on valmistunut usealle paikkakunnalle suomeen.

Pääkaupunkiseudulle ja muutamalle muulle paikkakunnalle on valmistumassa ja suunnitellaan puukerrostalo asuinalueita. Ensimmäinen 5-kerroksinen puukerrostalo valmistui vuonna 2011 Heinolan Vierumäelle [14].

Materiaalina kertopuun käyttökohteita on monia kun rakennetaan puukerrostaloja. Kertopuu tuotteiden hyvät ominaisuudet pääsevät esiin tällaisessa rakentamisessa.

5.1.1.Kertopuun käyttö puukerrostalossa

Metsä Wood on kehittänyt puukerrostalon pystytykseen nopean järjestelmän käyttämällä Kerto- Pilaripalkkirunkoa ja Kerto–Ripaelementtejä (kuva 18). [13.]

Aluksi on saatu valmiiksi puukerrostalon perustustyöt. Tämän jälkeen alkaa kerrostalon rungon pystytys. Pystytetään Kertopilarit ja jäykiste-elementit. Asennetaan Kertopalkit poikkirakenteiksi. Näin on puukerrostalon runko pystytetty (kuva 17).



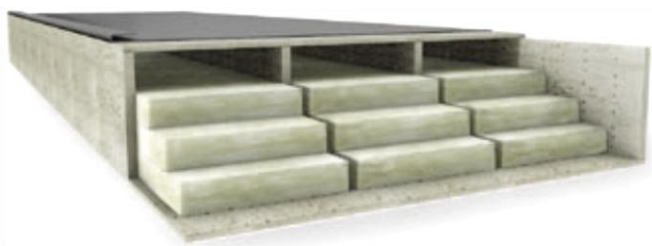
Kuva 17. Puukerrostalo runkovaihe [21.]

Seuraavaksi asennetaan Kerto-Ripa kattoelementit ja -lattiaelementit välikerrokseen. Tämän jälkeen rakennus suojataan säältä. Tähän vaiheeseen pääsemiseen menee aikaa noin 2 viikkoa pystytyksen alkamisesta.

Puukerrostalon julkisivuelementit asennetaan Metsä Woodin kuningaspaneelistä valmistetuista suurelementeistä. Seuraavaksi on vaiheessa rakennuksen sisärakenteet ja talotekniikka. Puukerrostalo on asuttavassa kunnossa noin 6 kuukauden päästä pystytyksen aloittamisesta.

Valmistuneen puukerrostalon koko runko on siis valmistettu kertopuusta. Kerto-S:stä pilarit ja palkit. Jäykistävänä rakenteena käytetään Kerto-Q. Sisärakenteissa Kerto-T:n käyttö väliseinärakenteina.

Kerto Ripa- elementtien käyttö katto- /lattiaelementteinä (kuva 18).



Kuva 18. Kerto Ripa elementti [15].

5.1.2. Kertopuun edut kerrostalorakentamisessa

Kertopuun edut rakennusmateriaalina on sen avulla saatava nopea runkovaihe ja joustava tilankäyttö. Kertopuu on tasalaatuinen tuote. Sitä käyttämällä saavutetaan lyhyt rakentamisen kokonaisaika

5.2. Pienrakennukset

Tähän luetaan alle 1...2 kerroksiset rakennukset ja muuten kooltaan yksityiseen käyttöön soveltuvat rakennukset. Kertopuun käyttö etenkin kantavissa rakenteissa sen jäykkyyden takia olisi suositeltavaa, mutta monelle yksityiselle rakentajalle kustannukset vaikuttavat suuresti rakennusmateriaalin valintaan ja siinä yleensä edullisempi sahatavara vie voiton.

5.2.1. Kertopuun käyttö pientalonrakennuksissa

Pientalonrakennuksia rakennettaessa (kuva 19) tai korjattaessa kertopuu on moneen paikkaan soveltuva rakentamismateriaali.



Kuva 19. Kertopuun käyttö pientalonrakennuksissa [22.]

Uudisrakentamisessa kertopuun tuotevalikoimasta löytyy moneen tilanteeseen sopiva tuote. Uudisrakentamisessa omakotitalon kantavat rakenteet ovat helppo rakentaa Ker-

to-S ja -T -tuotteesta. Kerto-S:llä pystytään luomaan korkeatkin ulkoseinät käyttämällä sitä pilarina.

Kattorakenteisiin on olemassa Kerto-QP, jota voidaan käyttää kattopalkkina. Kerto Katelevyllä voidaan tehdä vedeneristeen alusta, kun asennetaan huopakatto.

Välipohjarakenteissa palkkina voidaan käyttää Kertotuotteita niiden suuremman jännepölyn takia verrattuna sahatavaraan. Ala- ja välipohjissa lattiamateriaalina Kerto-Q on oikein sopiva sen jäykkyys ominaisuuksien takia. Samalla puinen Q-laatta toimii hyvänä ääneneristeenä kerroksien välillä.

Kerto-T:llä on helppo luoda kevyet väliseinät ja kantavat seinät sen mittatarkkuuden ja vääntyilemättömyytensä vuoksi.

5.2.2. Varastot yms. rakennukset

Varasto- ja hallirakennelmissa kertopuu palkeilla ja pilareilla pystytään luomaan pitkiä rakenteita välituennan avulla. Kertopuulla pystytään luomaan korkeita seiniä, jotka ovat hyväksi kun rakennetaan esimerkiksi konehallia (kuva 20).



Kuva 20. Kertopuu halli [22].

Näissä rakennuksissa ovat kertopuun käyttökohteet samat kuin asuinrakennuksissa, mutta näissä tulevat mukaan kattoelementtiratkaisut (kuva 21). Näissä Katto-Ripa elementit on nopeat asentaa ja rakenneratkaisuna keveä.



Kuva 21. Kerto-Ripa –kattoelementit [22].

5.3. Suurehkot rakennukset

Suurehkoihin rakennuksiin luetaan liikekeskukset, teollisuus-, logistiikka-, urheilu- ja uimahallit, julkiset rakennukset, puukerrostalot ja infrastruktuurien rakentaminen (kuva 22).



Kuva 22. Teollisuushalli [22]

Näissä rakennuksissa tärkeimmät kertopuun käyttökohteet ovat massiiviset kertopuupilarit ja -palkit. Tällaisiin rakennuksiin joissa rakenteet ovat massiivisia ja tarvitaan kaikkia kertopuun tarjoamia ominaisuuksia, joita on lujuus, jäykkyys, keveys ja muokattavuus.

Kertopuuta apuna käyttäen pystytään rakentamaan suuria avaria tiloja, joita ovat esimerkiksi uimahallin ja kaupan suuret yhtenäiset tilat.

Infrastruktuurin rakentamisessa pystytään rakentamaan esimerkiksi kertopuu palkeista sillan kantavat rakenteet. Tällainen silta on kevyenliikenteen siltana esimerkiksi Punkaharjulla.

5.4. Kertopuun tulevaisuuden näkymät

Kertopuun tulevaisuuden näkymät ovat hyvät. Tähän asti suurin osa tuotetuista kertopuutuotteista on mennyt vientiin. Mutta nykyään enemmässä määrin monet ovat aloittaneet käyttämään sitä rakennusmateriaalina ja jos puukerrostalojen rakentaminen saa tuulta siipiensä alle, tulee kotimaan kertopuun käyttöaste varmasti nousemaan huomattavasti.

Kertopuutuotteiden määrässä on tapahtunut viime vuosina muutoksia. Aikaisemmin olivat vain Kerto-S, -Q ja -T. Nyt uusimpina on tullut markkinoille kattorakenteisiin suunniteltu Kerto-QP ja Kyllästetty Kerto-Q.

Varmasti tulevaisuudessa tuotekehitys tuo markkinoille vielä uusia tuotteita jotka täydentävät Kertopuu tuotteiden perhettä. Puun käyttöä rakennusmateriaalina tulisi mielestäni lisätä, koska se on uusiutuva luonnonvara ja muutenkin sillä saadaan viihtyisiä rakennuksia.

6. Kertopuun vertailu kilpaileviin tuotteisiin

Tässä osassa tutkin ja vertailen kertopuun ominaisuuksia muihin kilpaileviin tuotteisiin. Kilpailevina tuotteina kertopuulle vertailen normaalia sahatavaraa ja liimapuuta.

Syy liimapuun ja sahatavaran valintaan on se, että ne ovat yleisimmät vaihtoehdot kertopuulle kun valitaan rakennuspuutavaraa.

Vertailuni perustuu tietoon, jota olen kerännyt opinnäytetyötä varten. Tietoa olen hakenut tutkielmaa varten Internetistä, alan kirjallisuudesta ja julkaisuista.

Saadusta materiaalista olen tehnyt yhteenvedon ja esitellyt aineistoa siltä suunnalta mikä olisi rakentajalle paras ratkaisu mihinkin rakentamiseen.

6.1. Mekaaniset ominaisuudet kilpailijoihin verrattuna

Aluksi vertailtavina ovat lujuusominaisuudet (N/mm^2), jäykkyysominaisuudet (N/mm^2) ja tiheydet (kg/m^3) (taulukko 4). Selvennys kertopuun kaavalyhenteistä liitteessä 2

Taulukko 3, Ominaisuudet [8.]

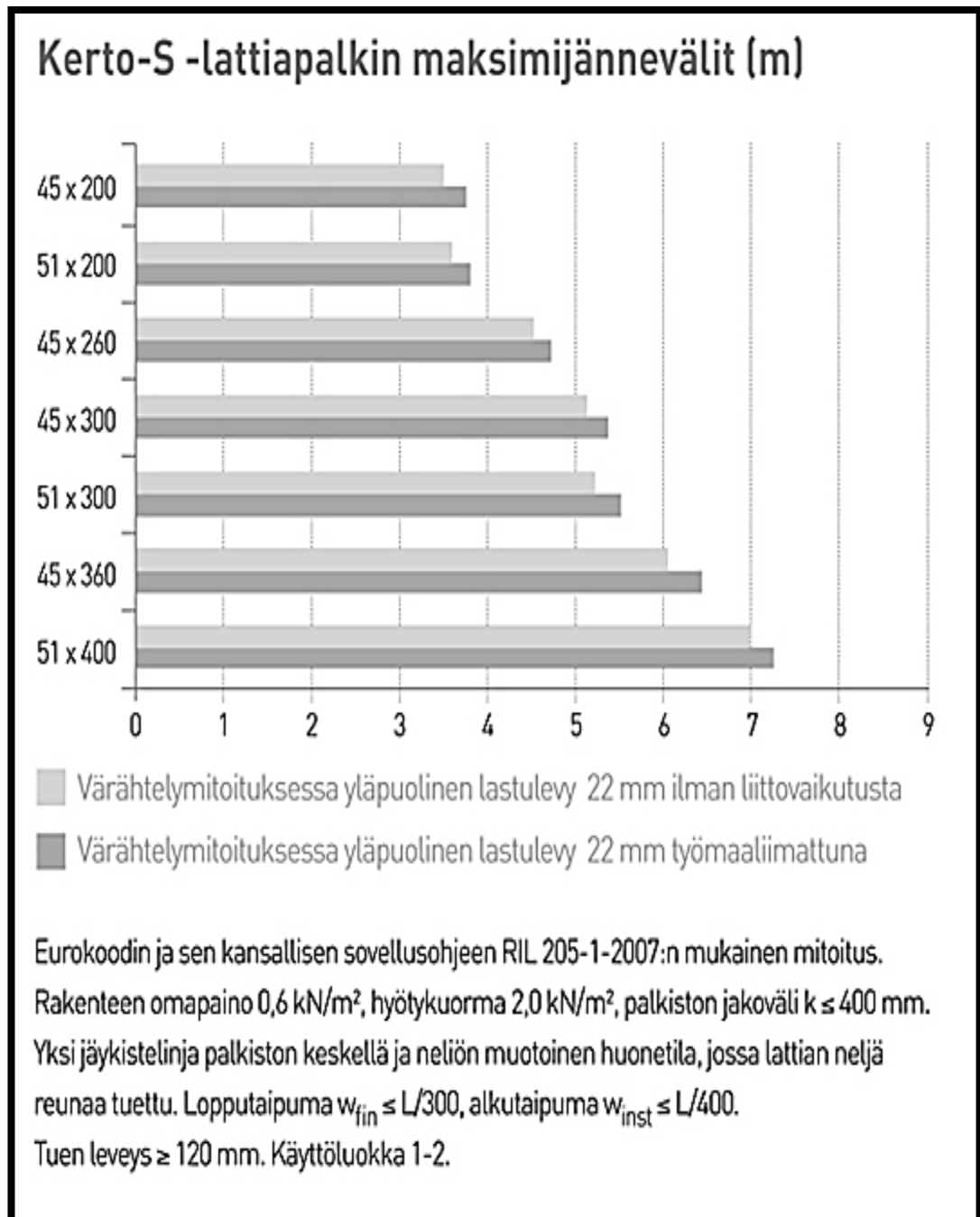
Lujuusluokka:		Sahatavara			Liimapuu		Kerto S	Kerto T	Kerto Q
Lujuusluokka:		C 18	C 24	C30	GL28c	GL32c	21 - 90	27 - 75	27 - 69
Ominaislujuudet (N/mm ²)									
Taivutus syrjällään	$f_{m,k}$	18	24	30	28	32	44	27	32
Kokovaikutuseksponentti	S	-	-	-	-	-	0,12	0,15	0,12
Taivutus lappeellaan	$f_{m,0,flat,k}$	-	-	-	-	-	50	32	36
Veto syynsuuntaa	$f_{t,0,k}$	11	14	18	16,5	19,5	35	24	26
Veto poikittain	$f_{t,90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,45	-	-	-
Veto poikittain syrjällään	$f_{t,90,edge,k}$	-	-	-	-	-	0,8	0,5	6
Puristus	$f_{c,0,k}$	18	24	30	24	26,5	35	26	26
Puristus poikittain syrjäll	$f_{c,90,k}$	2,2	2,5	2,7	2,7	3	-	-	-
Puristus poikittain syrjällään	$f_{c,90,edge,k}$	-	-	-	-	-	6	4	9
Puristus poikittain lappeellaan	$f_{c,90,flat,k}$	-	-	-	-	-	1,8	1	2,2
Jäykkyysominaisuudet (N/mm ²)									
Kimmomoduuli	E_{mean}	9000	11000	12000	12600	13700	13800	10000	10500
	$E_{90, mean}$	300	370	400	390	420	-	-	-
Liukumoduuli	G_{mean}	560	690	750	720	780	-	-	-
	$G_{edge, mean}$	-	-	-	-	-	600	400	600
Tiheydet (kg/m ³)									
Ominaitiheys	ρ_k	320	350	380	380	410	480	410	480
Tiheyden keskiarvo	ρ_{mean}	380	420	460	430	470	510	440	510

Kuten jo edellä olevasta taulukosta voi havaita kertopuun lujuusominaisuuksien olevan paremmat monella saralla liimapuuhun ja sahatavaraan verratessa.

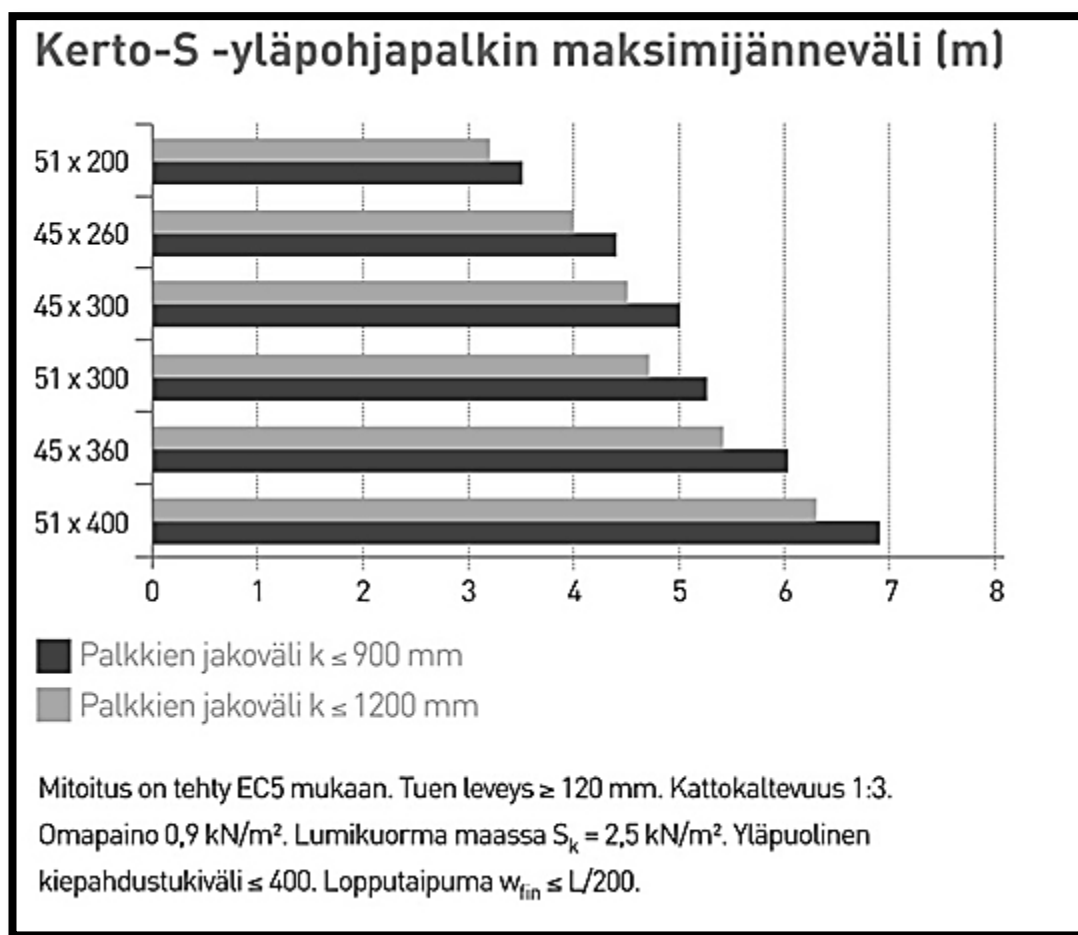
Tarkemmassa vertailussa kohdassa tulokset (taulukko 7 ja 8) Kerto-S:n lujuusominaisuuksia vertailtiin toisiin tuotteisiin. Tarkoitus oli selvittää prosentteina (%) Kertopuun paremmuus taivutusominaisuuksiltaan syrjällään ja kimmomoduuli.

6.2. Jännevälit

Kerto-S:n maksimijännevälit lattiapalkkeina ja yläpohjapalkkeina on esitetty alla olevissa kuvissa 23 ja 24.



Kuva 23. Kerto-S –lattiapalkin maksimijännevälit [11, s.5.].



Kuva 24. Kerto-S –yläpohjapalkin maksimijänneväli (m) [11, s.5.]

Oheisen kuvien kertopuulla päästään 7 metriin asti maksimijännevälissä käyttäessä 51 mm x 400 mm halkaisijaltaan olevaa Kerto-S -tuotetta. Kertopuun optimaalinen jänneväli on 4 – 12 metriä.

Suurimmat tuotettavat Kerto S-palkit ovat pituudeltaan 24,5 metrisiä, mutta suositeltava maksimipituus on 14,5 metriä kuljetussyistä. Käytettäessä Kerto- kolminivelkehää tai A-kattokannattimia päästään maksimissa 24 metrin jänneväliin. Muutoin palkkien käytössä tarvitaan välituentaa.

Rakennepuutavaraa voidaan käyttää palkkina pisimmillään 5,5 m pitkissä jänneväleissä [12, s.5.]. Tämän ylittäviä jännevälejä ei suositella ilman välituentaa. Varmaankin jokin on nähnyt pidempiä jännevälejä yhtenäiselle sahatavaralle, mutta tässä on sitten turvallisuusriskinsä kuormituksen alaisena ollessa. Sahatavaran kuormittaminen 5,5 metriin saakka on vielä kohtuullinen ja se on hallittavissa sen ominaisuuksiinsa nähden.

Ongelmana voidaan myös pitää tätä pidempien tukkien kuljettamista sahalle ja niiden käsittelyä. Tätä pidemmät sahatavarat täytyy jatkaa sormiliitoksella.

Liimapuu on suunniteltu kantaviin rakenteisiin palkiksi. Liimapuurakenne on omimmillaan kun jänneväli on yli 12 metriä. Liimapuulamellien sormijatkokset mahdollistavat jopa 32 m pitkien palkkien valmistuksen yhtenä kappaleena. Vaativiin kohteisiin voidaan tehdä palkkiin esikoroitus liimausvaiheessa, joka mahdollistaa suuremman jännevälin.

Suurimmassa jännevälissä liimapuu vie selvän voiton sahatavarasta ja kertopuusta. Liimapuulla luodaankin suuria kattopalkkeja kun taas kertopuusta ja sahatavarasta tehdään kevyitä kattoristikkorakenteita. Materiaalien maksimijännevälit on ilmoitettu tulos osassa taulukossa 8.

6.3. Rakennusmateriaalin hinta

Hinnan osalta vertailu tapahtui yleisimpien rakentamisessa tarvittavien tuotteiden osalle. Otin vertailuun väliseinätolpan ja pilari/palkin saadakseni hinnat jollain tavalla vertailukelpoisiksi, koska tuotteiden ominaisuudet eivät ole suoraan verrannollisia.

Hinnat ja tuotteiden kokotiedot poimin kahden eri yrityksen nettisivuilta (taulukko 5 ja 6). Tuotteiden hinnat ovat verollisia alv.23 % ja ne ovat selvitetty 10.4.2012

Taulukko 5. Hinnat taloon.com [28].

Väliseinä tolppa			Hinta €/m
Kertopuu	39 x 66 x 3000		2,10
Kertopuu	39 x 66 x 2550		2,10
Kuusi mitallistettu	48 x 98	T24	1,64
Kuusi mitallistettu	42 x 66 x 2550	T24	1,44
Pilari/palkki			
Kertopuu	45 x 225		10,90
Kertopuu	51 x 225		12,40
Kuusi mitallistettu	48 x 198	T24	3,27
Kuusi mitallistettu	48 x 173	T24	2,86

Taulukko 6. Hinnat vanerikulma.fi [29].

Väliseinätolppa			Hinta €/m
Kertopuu	39 x 66 x 3000		1,62
Kertopuu	39 x 66 x 2550		2,22
Liimapuu	42 x 66 x 3000		1,53
Liimapuu	43 x 66 x 2550		1,53
Kuusi mitallistettu	48 x 98	T24	1,76
Kuusi mitallistettu	48 x 48	T24	0,88

Tarkempi vertailu hinnoista on taulukon 6 mukaan väliseinätolpalle tehty vertailu osiossa tulokset (taulukko 9). Siinä vertaillaan sahatavaran halvemmuutta prosentteina kertopuuhun.

Hinnoista pystyy huomaamaan sahatavaran edullisuuden verrattuna kerto- ja liimapuuhun. Hintahan se on yleensä suurin vaikuttava tekijä kun ostetaan rakennusmateriaaleja ja siinä saavat muut ominaisuudet jäädä vähemmälle huomioinnille.

Hinnan osalta sahatavara on edullisin ja sen hankinta onnistuu helposti vaikka lähimmästä rautakaupasta tai sahalta. Liimapuun ja kertopuun varastomäärät ovat rajalliset. Kertopuuta haluttaessa sitä joudutaan tilaamaan tuotantolaitokselta ja tähän kuluu aikaa ennen kuin tuote on tilaajalla valmiina käytettäväksi.

Hinta osiossa sahatavara vie saatavuutensa ja edullisen hintansa takia parhaimman sijan.

7. Tulokset

7.1. Lujuusominaisuuksien vertailun tulokset

Vertailu prosentteina (%) lujuusominaisuuden osalta taivutuksessa syrjällään (taulukko 7) ja kimmomoduuli (taulukko 8) Kerto-S:n paremmuudesta kilpaileviin tuotteisiin

Taulukko 7. Taivutuslujuus vertailu

f_{mk}	N/mm ²	Ero Kerto-S:ään %
Kerto-S	44	-
Sahatavara	18 24 30	- 59,09 - 45,45 - 31,82
Liimapuu	28 32	- 36,36 - 27,27

Kerto-S-palkin taivutuslujuus syrjällään on melkein kaksinkertainen sahatavaraan verrattuna ja liimapuuhunkin verrattuna noin ¼ osan parempi.

Näitten perusteella voisi sanoa kertopuun olevan parempi lujuusominaisuuksiltaan rakennusmateriaalina.

Taulukko 8. Kimmomoduuli vertailu

E_{mean}		N/mm^2	Ero Kerto-S:ään %
Kerto-S		13800	-
Sahatavara	C 18	9000	- 34,78
	C 24	11000	- 20,29
	C 30	12000	- 13,04
Liimapuu	GL 28	12600	- 8,70
	GL 32	13700	- 1

Taulukosta selviää kertopuun olevan sahatavaraan verrattuna noin 1/5 parempi kimmomoduulin osalta. Liimapuuhun vertaillessa eroavaisuus oli muutamissa prosenteissa.

7.2. Jänneväli vertailun tulokset

Materiaalien maksimi jännevälien vertailun tuloksista selviää (taulukko 9) selvästi kertopuun ja liimapuun jännevälien olevan suuremmat verrattuna sahatavaraan.

Taulukko 9. Maksimi jännevälit

Materiaali	Maksimi jänneväli, (m)	Käytettäessä Kerto- kolminivelkehää tai A-kattokannattimina
Sahatavara	5,5	
Kertopuu	7	24
Liimapuu	32	

7.3. Materiaalien hintavertailun tulokset

Materiaalien hintavertailussa (taulukko 10) selviää hintojen ero prosentteina. Kertopuuhun verrattuna sahatavara on noin ¼ osan halvempi, kun valitaan seinätolppaa.

Taulukko 10. Kustannusero seinätolppa (%)

	€/m	Ero Kerto-S:ään %
Kerto-S 39 x 66	2,10	-
Sahatavara 48 x 98	1,64	- 21,90 %
42 x 66	1,44	- 31,43 %

8. Pohdinta

Opinnäytetyön alussa tarkoituksena oli kertoa kertopuusta yleisiä asioita, sen valmistuksesta ja sen tuotteista. Seuraavana käsittelin osiota kertopuu rakentamisessa, jossa kerroin kertopuun käytöstä rakentamisessa ja materiaalina sen käyttökohteita. Tässä asiassa oletan onnistuneeni suhteellisen hyvin.

Sitten tulee kertopuun vertailu kilpaileviin tuotteisiin osio, jossa yritin vertailla kertopuuta sen mahdollisiin kilpailijoihin rakennusmateriaalina. Keräämäni aineiston avulla sain tuloksia materiaalien ominaisuuksien, maksimi jännevälien ja materiaalin hintaeroihin liittyen. Näistä saaduista tuloksista on esitetty taulukot osiossa tulokset. Keräämäni tieto vertailua varten oli liian pintapuolista näin jälkeinpäin ajatellen. Olisi pitänyt painottaa tutkiminen tiettyyn asiaan ja tehdä siitä vertailua.

Rakennetavaran valinnassa ei ole yhtä oikeaa vastausta minkä mukaan hankinta tulisi tapahtua. Siihen vaikuttavat monet seikat, joista muutamia olen edellä käsitellyt. Vaikuttavia tekijöitä ovat tuotteen ominaisuudet, saatavuus, käyttötarkoituksen mukaisuus, hinta ja monet muut tekijät.

En siis lähde sanomaan, että joku tuote on paras. Jokainen ostaja tekee valintansa omien mieltymysten ja perusteidensa mukaan. Kehottaisin käyttämään jokaista tuotetta sille soveltuvissa paikoissa. Paikoissa joissa sen ominaisuudet pääsevät esille.

Kertopuu on mielestäni oikein hyvä rakennusmateriaali ja sen käyttöä kannattaisi suosia niin kuin muidenkin puutuotteiden jo siitä syystä, että se valmistetaan suomalaisesta puusta ja on näin ollen uusiutuva luonnonvara.

Lähteet

1. Metsä Wood. Kerto hyväksynnät 2012. [Viitattu 5.4.2012.]
Saataavissa: <http://www.metsawood.fi/tuotteet/kerto/Pages/Default.aspx>
2. Metsä Wood. Kerto-S 2012. [Viitattu 5.4.2012.]
Saataavissa: <http://www.metsawood.fi/tuotteet/kerto/Pages/Kerto-S.aspx>
3. Metsä Wood. Kerto-Q 2012. [Viitattu 5.4.2012.]
Saataavissa: <http://www.metsawood.fi/tuotteet/kerto/Pages/Kerto-Q.aspx>
4. Metsä Wood. Kyllästetty Kerto-Q 2012. [Viitattu 5.4.2012.]
Saataavissa:
<http://www.metsawood.fi/tuotteet/kerto/Pages/KyllastettyKertoQ.aspx>
5. Metsä Wood. Kerto Kate 2012. [Viitattu 5.4.2012.]
Saataavissa: <http://www.metsawood.fi/tuotteet/kerto/Pages/Kerto-Kate.aspx>
6. Metsä Wood. Kerto- QP 2012. [Viitattu 5.4.2012.]
Saataavissa: <http://www.metsawood.fi/tuotteet/kerto/Pages/Kerto-QP.aspx>
7. Puuinfo. Puukerrostalo - palomääräykset 2011. [Viitattu 10.4.2012.]
Saataavissa:
<http://www.puuinfo.fi/rakentaminen/rakentamismaaraykset/puukerrostalo-palomaaraykset-2011>
8. Puuinfo. Puurakenteiden suunnittelu, Lyhennetty suunnitteluohje. Eurokoodi 5, Lähde RIL 205-1-2009 liite B, Kolmas painos 2008. Sivut 17 – 18.
[Viitattu 10.4.2012.]
9. Puuinfo. Puukerrostalo - palomääräykset 2011. [Viitattu 10.4.2012.]
Saataavissa:
<http://www.puuinfo.fi/rakentaminen/rakentamismaaraykset/puukerrostalo-palomaaraykset-2011>
10. Metsä Wood. Lujuusarvot syyn suuntaan nähden 2012. [Viitattu 11.4.2012.]
Saataavissa: <http://www.metsawood.fi/tuotteet/kerto/Pages/Materiaaliarvot.aspx>
11. Finnforest 2011. Kerto kantaviin rakenteisiin. [Viitattu 11.4.2012.]
Saataavissa: <http://www.ffe brochure.eu/finland/finnforest/kerto/#/4/>
12. RT -kortti 37933. Runkorakentamisen tuotteet. Metsäliiton Puutuoteteollisuus. Rakennepuutavara. [Viitattu 11.4.2012.]
13. Metsä Wood. Kerrostalojärjestelmä 2012. [Viitattu 11.4.2012.]
Saataavissa:
<http://www.metsawood.fi/ammattirakentaminen/kerrostalojarjestelma/Pages/DefDefa.aspx?TMI=topMenuContainer3>

14. Puukerrostalo – Puumera 2012. [Viitattu 19.4.2012.]
Saataavissa: <http://vierumaki.net/dokumentit/Puukerrostalo20101115.pdf>
15. Metsä Wood. Kerto-Ripa –kattoelementit 2012. [Viitattu 19.4.2012.]
Saataavissa: <http://www.metsawood.fi/ammattirakentaminen/katto/Pages/Kerto-Ripa-kattoelementti.aspx>
16. Metsä Wood. Kerto-T tukee tolppana. [Viitattu 19.4.2012.]
Saataavissa: <http://www.metsawood.fi/tuotteet/kerto/Pages/Kerto-T.aspx>
17. Metsä Wood. Kyllästetty Kerto-Q 2012. [Viitattu 19.4.2012.]
Saataavissa:
<http://www.metsawood.fi/tuotteet/kerto/Pages/KyllastettyKertoQ.aspx>
18. Metsä Wood. Kerto Kate 2012. [Viitattu 19.4.2012.]
Saataavissa: <http://www.metsawood.fi/tuotteet/kerto/Pages/Kerto-Kate.aspx>
19. Metsä Wood. Kerto-QP 2012. [Viitattu 19.4.2012.]
Saataavissa: <http://www.metsawood.fi/tuotteet/kerto/Pages/Kerto-QP.aspx>
20. Metsä Wood. Kerto Telinelankku 2012. [Viitattu 19.4.2012.]
Saataavissa: <http://www.metsawood.fi/tuotteet/kerto/Pages/kertonkaytto.aspx>
21. Metsä Wood. Puukerrostalo 2012. [Viitattu 19.4.2012.]
Saataavissa: <http://databank.metsagroup.com/?cart=226-jmjekflmkk&l=FI>
22. Metsä Wood. Pienasuinrakennus 2012. [Viitattu 19.4.2012.]
Saataavissa: <http://www.metsawood.fi/tuotteet/kerto/Pages/kertonkaytto.asp>
23. Puuproffa. Viilun valmistus 2004. [Viitattu 23.4.2012.]
Saataavissa:
http://www.puuproffa.fi/proffin/index.php?option=com_content&task=view&id=155&Itemid=231
24. Forest. Valmistuksen vaiheet 2012. [Viitattu 23.4.2012.]
Saataavissa:
[http://www.forest.fi/smyforest/forest.nsf/allbyid/04C63350279AC080C225740F0043F1A2/\\$file/H179_vanerin_valmistuksen_vaiheet.pdf](http://www.forest.fi/smyforest/forest.nsf/allbyid/04C63350279AC080C225740F0043F1A2/$file/H179_vanerin_valmistuksen_vaiheet.pdf)
25. Wisaplywood. Vanerin tuotantoprosessi 2011. [Viitattu 23.4.2012.]
Saataavissa: <http://www.wisaplywood.com/fi/vaneri-ja-viilu/vaneri/vanerin-tuotantoprosessi/Pages/default.aspx>
26. Evianet. Välipohjapalkisto 2012. [Viitattu 23.4.2012.]
Saataavissa:
http://customers.evianet.fi/woodfocus/download.php/download/document_data/9586/Luku2.pdf?woodfocusid=2

27. Suomi rakentaa. Rakentamisen tietopalvelu. Kerto on järkevä rakentajan valinta 2012. [Viitattu 23.4.2012.]
Saatavissa: <http://www.suomirakentaa.fi/korjaaja/ulkoseinaet-ja-julkisivut/yritysten-artikkeleita-aiheesta>
28. Taloon.com. Puutavara ja rakennuslevy 2012. [Viitattu 25.4.2012.]
Saatavissa: <http://www.taloon.com/puutavara-rakennuslevy/888/dg>
29. Vantaanvanerikulma. Tuotteet 2012. [Viitattu 25.4.2012.]
Saatavissa: <http://www.vanerikulma.fi/tuotteet.php>

P2-LUOKAN PUURUNKOINEN 3-8-KERROKSIINEN ASUIN- TAI TYÖPAIKKARAKENNUS. PALOMÄÄRÄYKSET 2011. [7.]

KERROSLUKU	3 - 4 KRS kaupunkipientalo Kaikki kerrokset samaa asuntoa	3 - 4 KERROSTA	5 - 8 KERROSTA
AUTOMAATTINEN SAMMUTUS-JÄRJESTELMÄ	ei	3-4 krs asuinrakennuksessa vähintään SFS-5980 -standardin 2-luokan vaatimustason mukaan 3-4 krs työpaikkarakennuksessa vähintään SFS-EN 12845 -standardin OH-luokan vaatimustason mukaan. Sammutuslaitteisto tulee varustaa vähintään varmennetulla vesilähteellä.	vähintään SFS-EN 12845 -standardin OH-luokan vaatimustason mukaan. Sammutuslaitteisto tulee varustaa vähintään varmennetulla vesilähteellä.
RAKENNUKSEN KOKO	Kaupunkipientalo	3 - 4 KRS	5 - 8 KRS
korkeus enintään julkisivupinnan ja vesikaton leikkausviivan korkeus maanpinnasta	14m	14m	26m
kerrosala	ei rajoitettu	ei rajoitettu	ei rajoitettu
PALO-OSASTON KOKO	Kaupunkipientalo	3 - 4 KRS	5 - 8 KRS
kerrokset	huoneisto	huoneisto	huoneisto
ullakkotilat enintään	1600m ² jaettuna enintään 400m ² osiin	1600m ² jaettuna enintään 400m ² osiin	1600m ² jaettuna enintään 400m ² osiin
kellaritilat enintään	800m ²	800m ²	800m ²
OSASTOIVIEN RAKENNUSOSIEN LUOKKA-VAATIMUKSET	Kaupunkipientalo	3 - 4 KRS	5 - 8 KRS
kerrokset			
palokuorma			
- alle 600MJ/m ²	EI 60	EI 60	EI 60
- 600 -1200MJ/m ²	EI 90	EI 90	EI 90

- yli 1200MJ/m² EI 120 EI 120 EI 120

ullakkotilat

- osiin jakavat rakennusosat EI 30 EI 30 EI 30

kellaritilat EI 15 EI 15 EI 15

palokuorma

- alle 600MJ/m² EI 60, A2-s1, d0 EI 60, A2-s1, d0 EI 60, A2-s1, d0

- 600 -1200MJ/m² EI 90, A2-s1, d0 EI 90, A2-s1, d0 EI 90, A2-s1, d0

- yli 1200MJ/m² EI 120, A2-s1, d0 EI 120, A2-s1, d0 EI 120, A2-s1, d0

parvekkeet

parvekkeiden palonkestävyysaika vaatimus on puolet kerroksen kantavien rakeneiden vaatimuksesta

KANTAVIEN RAKENTEIDEN LUOKKAVAA- TIMUKSET

Kaupunkipientalo 3 - 4 KRS 5 - 8 KRS

kerrokset

palokuorma

- alle 600MJ/m² R 60 R 60 R 60

- 600 -1200MJ/m² R 120 R 120 R 120

- yli 1200MJ/m² R 180 R 180 R 180

kellarikerrokset

palokuorma

- alle 600MJ/m² R 60, A2-s1, d0 R 60, A2-s1, d0 R 60, A2-s1, d0

- 600 -1200MJ/m² R 120, A2-s1, d0 R 120, A2-s1, d0 R 120, A2-s1, d0

- yli 1200MJ/m² R 180, A2-s1, d0 R 180, A2-s1, d0 R 180, A2-s1, d0

KANTAVIEN RAKENTEIDEN SUOJAVARHO- USTEN LUOKKAVAA- TIMUKSET

Kaupunkipientalo 3 - 4 KRS 5 - 8 KRS

huonetilan puoli

- välipohjan yläpinnan suoja-
verhous ei vaatimusta

ei vaatimusta K₂30, A2-s1, d0 tai rakenne, joka vastaan-
taavan ajan suojaa kantavaa rakennetta
syttymiseltä, hiiltymiseltä tai muulta
vaurioitumiselta. K₂30, A2-s1, d0 tai
rakenne, joka vastaan-
taavan ajan suojaa kantavaa rakennetta
syttymiseltä, hiiltymiseltä tai muulta
vaurioitumiselta.

- seinä- ja kattopintojen suo-
javerhoukset K₂10, A2-s1, d0

K₂10, A2-s1, d0

- ei-kantavat väliseinät	ei vaatimusta	ei vaatimusta	ei vaatimusta
KANTAVIEN RAKENTEIDEN SUOJAJVERHOUSTEN LUOKKAVAATIMUKSET ulkotilan puoli			
- kantavien rakennusosien ulkotilaan tai tuuletusrakoon rajoittuvien osien suojajverhous (lukuunottamatta yläpohjaa)	K ₂ 10, A2-s1, d0	K ₂ 10, A2-s1, d0	K ₂ 10, A2-s1, d0, kun julkisivu on vähintään B-s1, d0- luokkaa. Muutoin K ₂ 30, A2-s1, d0 tai EI 30-rakenne, joka joka vastaavan ajan suojaa kantavaa rakennetta syttymiseltä, hiiltymiseltä tai muulta vaurioitumiselta.
PARVEKERAKENTEIDEN SUOJAJVERHOUSTEN LUOKKAVAATIMUKSET ulkotilan puoli			
varateinä toimivat parvekkeet	K ₂ 10, A2-s1, d0	K ₂ 10, A2-s1, d0	K ₂ 10, A2-s1, d0, kun parveke on vähintään B-s1, d0- luokkaa. Muutoin K ₂ 30, A2-s1, d0 tai EI 30-rakenne, joka joka vastaavan ajan suojaa kantavaa rakennetta syttymiseltä, hiiltymiseltä tai muulta vaurioitumiselta.
SISÄPINTOJEN LUOKKAVAATIMUKSET seinät ja katot			
- automaattisen sammutuslaitteiston suoritustaso vastaa luokkaa OH (SFS-EN 12845)	D-s2, d2, suojajverhous K ₂ 10, A2-s1, d0	D-s2, d2, suojajverhous K ₂ 10, A2-s1, d0	D-s2, d2, suojajverhous K ₂ 30, A2-s1, d0
- automaattisen sammutuslaitteiston suoritustaso vastaa luokkaa 2 (SFS-5980)	B-s1, d0 (vähäisissä osissa D-s2, d2 -luokan seinäpinnat sallittu)	B-s1, d0 (vähäisissä osissa D-s2, d2 -luokan seinäpinnat sallittu)	

lattiat	ei vaatimusta	ei vaatimusta	ei vaatimusta
ULKOSEINIEN ULKO-PINTOJEN JA TUULE-TUSRAON PINTOJEN LUOKKAVAATIMUKSET	Kaupunkipientalo	3 - 4 KRS	5 - 8 KRS
ulkoseinän ulkopinta 1. kerroksessa	B-s2, d0	B-s2, d0	B-s2, d0
ulkoseinän ulkopinta 2. kerroksessa ja siitä ylöspäin	D-s2, d2 tietyin edellytyksin*), muutoin B-s2, d0	D-s2, d2 tietyin edellytyksin*), muutoin B-s2, d0	D-s2, d2 tietyin edellytyksin*), muutoin B-s2, d0
tuuletusraon ulkopinta 1. kerroksessa	B-s2, d0	B-s2, d0	B-s2, d0
tuuletusraon ulkopinta 2. kerroksessa ja siitä ylöspäin	D-s2, d2 tietyin edellytyksin*), muutoin B-s2, d0	D-s2, d2 tietyin edellytyksin*), muutoin B-s2, d0	D-s2, d2 tietyin edellytyksin*), muutoin B-s2, d0
tuuletusraon sisäpinta parvekkeet	A2-s1, d0 parvekkeissa noudatetaan ulkoseinän ulkopinnalle ja tuuletusraon sisäpinnalle asetettuja vaatimuksia	A2-s1, d0	A2-s1, d0
LÄMMÖNERISTEIDEN JA MUIDEN TÄYTTEIDEN LUOKKAVAATIMUKSET	A2-s1, d0	A2-s1, d0	A2-s1, d0
ILMANVAIHTOKANAVIEN LUOKKAVAATIMUKSET	Kaupunkipientalo	3 - 4 KRS	5 - 8 KRS
kanavien seinämät	A2-s1, d0	A2-s1, d0	A2-s1, d0

* Enintään 4-kerroksisessa asuin- ja työpaikkarakennuksessa ja tarkoitukseen so-pivalla automaattisella sammutuslaitteistolla varustetussa enintään 8-kerroksisessa asuin- ja työpaikkarakennuksessa saa ulkoseinän ja tuuletusraon ulkopinnoissa käyttää D-s2, d2-luokan rakennustarviketta rakennuksen *alinta kerrosta sekä uloskäytävien ja varateinä toimivien ikkunoiden tai muiden aukkojen ylä- ja alapuolella olevia pintoja lukuun ot-tamatta*, kun:

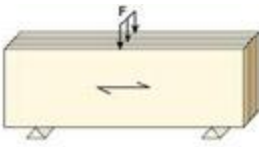

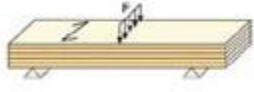
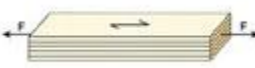
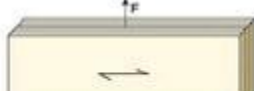
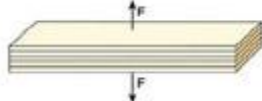

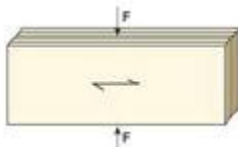
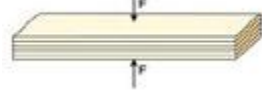
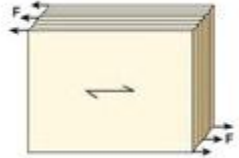


- palon leviäminen tuuletusraossa on rajoitettu vähintään kerroksittain riittävän tehok-kaasti,
- palon leviäminen vaakasuunnassa porrashuoneen ulkoseinän tuuletusrakoon on estetty,
- palon leviäminen julkisivusta ullakkoon ja yläpohjaan on estetty EI 30-rakenteella,
- julkisivurakenteen laajojen osien putoaminen palon sattuessa on riittävästi estetty ja
- rakennuksia tai rakennelmia ei sijoiteta alle 8 metrin etäisyydelle julkisivusta, jollei rakenteellisin tai muin keinoin estetä palon leviämistä julkisivuun.

PUUJULKISIVUVERHOUSTEN PALOLUOKITUS, ESIMERKKEJÄ

Julkisivuverhous	Puulaji	Suunta	Pontti-liitoksen paksuus mm	Tuuletus-rako mm	Luokka
Ponttilaudoitus $\geq 19\text{mm}$	Kuusi	Pysty		30	D-s1, d0
Ponttilaudoitus $\geq 9\text{mm}$	Lehtikuusi	Vaaka	20	30	D-s2, d0
Ponttilaudoitus $\geq 19\text{mm}$	Kuusi	Vaaka	20	30	D-s2, d0
3-krs levy	Kuusi	-	20	30	D-s2, d0

Lähde: Fire safety in timber buildings - Technical guideline for Europe

Lujuusarvot syyn suuntaan nähden Kertopuu. [10.]

 <p>Taivutuslujuus syrjäl- lään $f_{m,0,edge,k}$</p>	 <p>Taivutuslujuus lappeellaan, syiden suuntaan $f_{m,0,flat,k}$</p>	 <p>Taivutuslujuus lappeellaan, kohtisuoraan syitä vas- taan $f_{m,90,flat,k}$</p>
 <p>Vetolujuus syiden suun- taan $f_{t,0,k}$</p>	 <p>Vetolujuus kohtisuoraan syitä vastaan, syrjäl- lään $f_{t,90,edge,k}$</p>	 <p>Vetolujuus kohtisuoraan syitä vastaan, lappeellaan $f_{t,90,flat,k}$</p>
 <p>Puristuslujuus syiden suun- taan $f_{c,0,k}$</p>	 <p>Puristuslujuus kohtisuoraan syitä vastaan, syrjäl- lään $f_{c,90,edge,k}$</p>	 <p>Puristuslujuus koh- tisuoraan syitä vastaan, lappeellaan $f_{c,90,flat,k}$</p>
 <p>Leikkauslujuus syrjällä $f_{v,0,edge,k}$</p>	 <p>Leikkauslujuus syiden suuntaan, lappeel- laan $f_{v,0,flat,k}$</p>	 <p>Leikkauslujuus koh- tisuoraan syitä vastaan, lappeellaan $f_{v,90,flat,k}$</p>